

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Detekční systém pro rozpoznání chyb v obrazu z videosekvence

Detection System for Image Error Analysis from Videosequence Data

Zadání bakalářské práce

Student: **Miroslav Mikuš**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 2612R041 Řídicí a informační systémy
Téma: **Detekční systém pro rozpoznání chyb v obrazu z videosekvence**
Detection System for Image Error Analysis from Videosequence Data
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Rozbor problematiky zpracování a analýzy obrazového signálu.
2. Návrh systému pro rozpoznání chyb ve videosekvenci.
3. Implementace systému a vývoj uživatelského rozhraní pro analýzu a detekci obrazového signálu.
4. Srovnání měřených a analyzovaných výsledků s teoretickými předpoklady.
5. Zhodnocení dosažených výsledků.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] BOVIK, Alan C. *Handbook of Image and Video Processing*. 1.vyd. San Diego: Academic Press, c2000. 891 s. ISBN 0-12-119790-5.
[2] VIRIUS, Miroslav. *C# pro zelenáče*. Praha: Neocortex, 2002. 255 s. ISBN 80-86330-11-7.
[3] ŠALOUN, Petr. *Jazyk C pro zelenáče*. Praha: Neocortex, c1999. 208 s. ISBN 80-86330-01-x.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeněk Macháček, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2015

Datum odevzdání: 29.04.2016



doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě 29. dubna 2016

.....
Mikulaš

Z důvodů utajení firemního tajemství společnosti PEGATRON Czech s.r.o.
jsou kapitoly popisující návrh, realizaci a verifikaci vyvinutého systému označeny jako neveřejné, dále
jsou i všechny přílohy neveřejné.

Celý text této práce je uchován na Katedře kybernetiky a biomedicínského inženýrství.

PEGATRON [®]
PEGATRON Czech s.r.o.
Ludomír Neusser
Provincia 862 720 00 Ostrava-Hrabová
IČ: 26750647 DIČ: CZ26750647



Poděkování

Zde bych rád poděkoval všem, kteří mi jakkoliv pomohli při psaní této bakalářské práce, ať už jakýmkoliv způsobem. Obzvláště pak panu Ing. Zdeňku Macháčkovi, Ph.D. jakožto vedoucímu bakalářské práce, za obětavé poskytnutí odborného náhledu na věc, cenných rad a konzultací, jež mi byly poskytovány během vypracovávání a bez kterých by jistě tato práce nemohla vzniknout.

Abstrakt

Tato práce se zabývá podstatou digitálního obrazu a také vysvětlením principu a použití set-top boxů. Dominantní částí práce je však návrh a následná realizace systému, který je určen pro kontrolu chyb v obraze vystupujícího ze set-top boxu. Takovýto systém má za úkol pomoci odstranit lidský faktor při analýze stavu set-top boxu a nejlépe i specifikovat druh chyby, na jehož základě lze odvodit zdroj abnormalit. Samozřejmostí k takovému systému je potom vývoj uživatelského rozhraní a logování výsledků analýzy.

Klíčová slova: set-top box, kabelové digitální vysílání, detekce chyb v obraze, zpracování obrazu

Abstract

This thesis deals with principle of digital image and also with explanation of the principle and the use of set-top boxes. The major part of this thesis is draft and realization of system, which is designed for the detection of errors in image, which is projected from set-top box. This system helps with eliminating of human factor during analyzing the state of set-top box and specifies the type of error, so it can find the source of abnormality. The development of the user interface and logging analysis results belongs to this systems, too.

Key Words: set-top box, cable digital television broadcasting, error detection in the image, image processing

Obsah

Seznam použitých zkratek a symbolů	8
Seznam obrázků	10
1 Úvod	11
2 Teoretický rozbor problematiky obrazu a jeho digitální podoby	12
2.1 Digitalizace obrazu	13
2.2 Barevné modely obrazu	13
2.2.1 RGB model	13
2.2.2 CMY/CMYK model	14
2.2.3 HSV model	14
2.2.4 YUV model	15
2.3 Digitální video	15
2.3.1 Standardy videa	16
2.3.2 Komprese videa	16
3 Popis funkce a použití set-top boxů	17
3.1 Princip činnosti set-top boxu	17
4 Návrh systému pro detekci chyb	19
5 Implementace navrženého systému	20
6 Vývoj uživatelského rozhraní	21
7 Verifikace a analýza výsledků	22
8 Závěr	23
Literatura	24

Seznam použitých zkratk a symbolů

AAC	– (Advanced Audio Coding) - formát zvuku se ztrátovou kompresí
AC-3	– označení pro ztrátovou kompresi zvuku
CI	– (Common Interface) - rozhraní pro dekódovací kartu
CMY	– (Cyan Magenta Yellow) - subtraktivní barevný model založený na azurové, purpurové a žluté barvě
CMYK	– (Cyan Magenta Yellow Key) - subtraktivní barevný model založený na azurové, purpurové, žluté a černé barvě
DPI	– (Dots Per Inch) - počet pixelů na jeden palec
DVB	– (Digital Video Broadcasting) - digitální způsob distribuce televizního signálu
DVB-C	– (Digital Video Broadcasting - Cable) - kabelové digitální vysílání
DVB-S	– (Digital Video Broadcasting - Satellite) - satelitní digitální vysílání
DVB-T	– (Digital Video Broadcasting - Terrestrial) - pozemní digitální vysílání
DVD NTSC	– (Digital Versatile Disc, National Television System Committee) - standard kódování barevného vysílání
DVD PAL	– (Digital Versatile Disc, Phase Altering Line) - standard kódování barevného vysílání
EPG	– (Electronic Program Guide) - elektronické programové menu
FFT	– (Fast Fourier Transform) - rychlá Fourierova transformace
FPS	– (Frames Per Second) - počet snímků za sekundu
FTA	– (Free To Air) - vysílání stanic s volným příjmem
HD	– (High-Definition) - vysoké rozlišení
HDMI	– (High-Definition Multimedia Interface) - rozhraní pro přenos multimediálních dat v digitální podobě a vysokém rozlišení
HDTV	– (High-Definition Television) - formát vysílání ve vysokém rozlišení
HEVC	– (High Efficiency Video Coding) - standard formátu videa odpovídající H.265
HSV	– (Hue Saturation Value) - barevný model založený na způsobu jakým člověk vnímá barvu, jeho složky jsou barevný tón, sytost a jas
LED	– (Light-Emitting Diode) - světlo vyzařující dioda
MP2	– formát zvuku se ztrátovou kompresí
MP3	– formát zvuku se ztrátovou kompresí
MPEG	– (Moving Picture Experts Group) - skupina vyvíjející kompresní algoritmy pro video (MPEG-2, MPEG-4)

OLED	– (Organic Light-Emitting Diode) - technologie displeje založená na použití organických elektroluminiscenčních diod
QAM	– (Quadrature Amplitude Modulation) - kvadrurní amplitudová modulace
RGB	– (Red Green Blue) - aditivní barevný model založený na červené, zelené a modré barvě
SCART	– (Syndicat des Constructeurs d'Appareils Radiorécepteurs et Téléviseurs) - rozhraní pro analogový přenos audiovizuálních dat
SD	– (Standard-Definition) - standardní rozlišení
STB	– Set-Top Box
TV	– televizor
YUV	– Barevný model sestávající se z jasové složky a dvou složek chromatičnosti

Seznam obrázků

1	Zobrazení spektra elektromagnetického vlnění	12
2	Krychle zobrazující barevný prostor založený na RGB modelu	14
3	Krychle zobrazující barevný prostor založený na CMYK modelu	14
4	Válec zobrazující barevný prostor založený na HSV modelu	15
5	Základní blokový diagram set-top boxu	18

1 Úvod

V dnešní době neustávajícího technického rozvoje a průmyslové automatizace jsou stále více firmami vyžadovány systémy, které eliminují lidský faktor, nebo jsou schopny pracovat bez obsluhy. Tento trend se nevyhýbá ani kontrolním systémům. Ať už jde o výstupní kontrolu při výrobě, či se jedná o identifikaci vady při servise. Proto se již dnes lze setkat s tím, že kontrola kvality při výrobě je prováděna počítačem, který disponuje softwarem pro rozpoznávání obrazu. I přes vyšší pořizovací náklady takového systému se při masové produkci jeví tato cesta jako ekonomičtější. Cílem je tedy vytvořit nástroj, který bude vykonávat práci člověka nepřetržitě, bez potřeby odpočinku, dovolené či mzdy.

Tato práce v dalších kapitolách a také své neveřejné části popisuje vytvoření nástroje podobného charakteru, který byl popsán výše. Došlo k tomu zásluhou spolupráce firmy PEGATRON Czech, s. r. o. s katedrou Kybernetiky a biomedicínského inženýrství z Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava. Tato společnost, spadající do nadnárodní korporace PEGATRON / Unihan, se ve své české pobočce soustředí především na kompletaci a opravu set-top boxů, LCD televizorů a jiné elektroniky. Z této orientace vyplynul požadavek na vývoj systému, který by usnadňoval reklamační či servisní řízení u televizních kabelových set-top boxů. Přejde-li v současném stavu od zákazníka kus na opravu, musí jej technik připojit a pohledem zkontrolovat správné zobrazování dekodované videosekvence. Takové testování je ovšem zdlouhavé a je zatíženo lidským faktorem technika. Požadovaný software je schopen přebírat obrazová data ze set-top boxu a vyhodnotit, zda jsou zatížena chybou vzniklou činností set-top boxu, či ne a popřípadě určit, o jakou chybu se jedná. Na základě těchto dat je pro opravu snazší lokalizovat zdroj problémů.

Cílem pro tuto bakalářskou práci je seznámení se s základními principy platícími pro digitální obraz, jeho počítačové zpracování a vytvoření aplikace pro PC platformu, vykonávající výše popsanou činnost.

Druhá kapitola s názvem Teoretický rozbor problematiky obrazu a jeho digitální podoby se zabývá vysvětlením fyzikální podstaty světla, které tvoří samotný obraz. Následuje popis digitální podoby, používaných modelů pro uložení, parametrů videa a také možností komprese.

Další kapitola je věnována samotným set-top boxům. Zvláště důvodům jejich používání, principu činnosti a v neposlední řadě jsou zmíněny výhody, které s sebou nese digitální vysílání.

Čtvrtá kapitola otevírá neveřejnou část práce, jelikož se v ní nachází návrh samotného systému, a to jak z pohledu hardwaru, tak i softwaru. V programové části se nachází rozbor a princip činnosti jednotlivých metod.

Neveřejná část pokračuje popisem programové implementace metod navržených v předchozí kapitole spolu s vývojem grafického rozhraní.

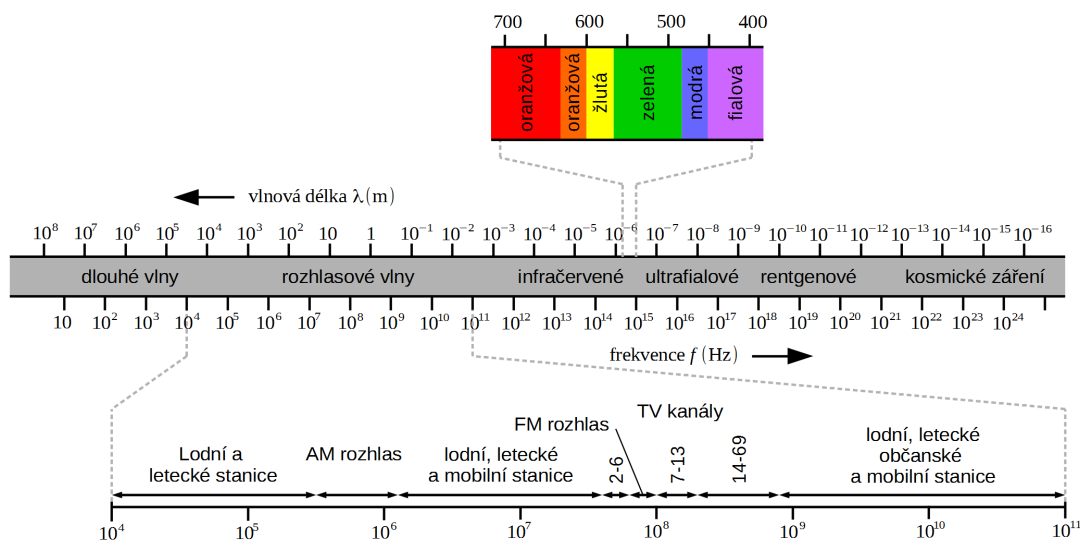
V závěru utajeného textu se nachází kapitola věnovaná verifikaci výsledků plynoucích z testování systému.

2 Teoretický rozbor problematiky obrazu a jeho digitální podoby

Slovem obraz se rozumí zobrazení, či záznam vizuální podoby předmětů, osob nebo čehokoliv dalšího. Z fyzikálního hlediska je obrazová informace vytvářena a do lidského oka přenášena pomocí světelných paprsků, které nesou informaci o vzhledu předmětu, z jehož povrchu vychází. Tento předmět nemusí být nutně samotným zdrojem záření, ale pouze odráží patřičné barvy z obecného zdroje. Barvu světla, chápaného jako elektromagnetické vlnění, určuje jeho vlnová délka λ [m]. Ta je pevně spjata s rychlostí šíření vlny c [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$] a frekvencí f [Hz] vztahem:

$$c = f\lambda \quad (1)$$

Okem pozorovatelné záření ovšem zabírá jen velmi úzký pás spektra. Jak je vidět na obrázku, 1 interval zabírá přibližně od 430 nm do 690 nm. Tyto hodnoty má však každý jednotlivec mírně odlišné a obvykle jsou dány body, kde citlivost klesá na 1 % maximální hodnoty. Obdobně také prostředí propouští některé frekvence lépe, jiné hůře.



Obrázek 1: Zobrazení spektra elektromagnetického vlnění

Na světlo lze díky dualitě pohlížet i jako na proud částic - fotonů. Za zmínku stojí vztah mezi energií fotonu E [J] a frekvencí vlnění f [Hz]

$$E = h \cdot f \quad (2)$$

Kde h odpovídá Planckově konstantě (přibližně tedy $6,625 \cdot 10^{-34}$ [J · s]). Jak je patrné z rovnice 2, energie záření se zvyšuje přímo úměrně s růstem frekvence. Fotony, jejichž vlnová délka se spíše blíží k ultrafialové části spektra, s sebou nesou více energie, než je tomu v případě světla červeného. [1]

2.1 Digitalizace obrazu

Obraz je tedy obvykle chápán jako dvoudimenzionální signál. Z reálného spojitého světa je však pro přenesení do počítače třeba diskretizace. Důvod tohoto požadavku je zapříčiněn omezenou pamětí a také faktem, že následné zobrazení nelze provést spojitě. Z těchto důvodů pro počítačové zpracování se zaznamenává obrazový signál jen v konečném počtu bodů. Takové malé kousky vizuálních dat se nazývají pixely. Jelikož tyto obrazové informace jsou ukládány do digitální paměti, je omezen nejen počet bodů, ale ani jejich barevná hodnota nemůže být libovolná. Množství barev, kterých může každý pixel nabýt, je dáno barevnou hloubkou. Ta je obvykle zadávána v bitech. Běžně používanou hloubkou je 24 bitů, počet odstínů je tedy $2^{24} = 16\,777\,216$, toto číslo není závislé na použitém schématu barev. [9][11]

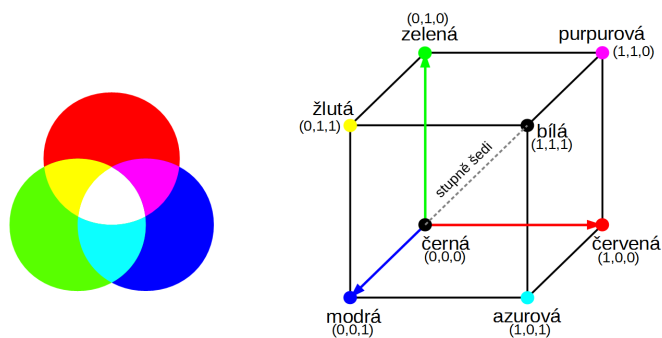
2.2 Barevné modely obrazu

Pro správnou interpretaci digitálního záznamu je nutné znát, co dané data reprezentují. Různým formám této reprezentace se říká barevné modely. Z matematického hlediska se vlastně jedná o, zpravidla 3 dimenzionální, barevné prostory. Každý bod prostoru reprezentuje určitý odstín dané barvy. Rozlišujeme dva základní typy: [9]

- **Aditivní míchání barev** - způsob, při kterém se sčítají intenzity jednotlivých složek barevného prostoru. Tento způsob je používán u monitorů, televizí a projektorů.
- **Subtraktivní míchání barev** - u této metody jsou na základní barvu v počátku barevného prostoru aplikovány filtry. Výslednou barvu tvoří ty složky, které nebyly odstraněny.

2.2.1 RGB model

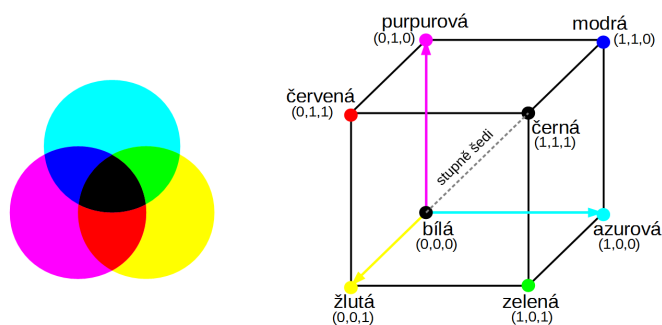
Nejběžněji používaným modelem v technické praxi je RGB (z anglického **R**ed, **G**reen, **B**lue). Jedná se o aditivní způsob mísení barev. Barevný prostor obsahuje 3 dimenze, z nichž každá reprezentuje mohutnost jedné ze základních barev (červená - 630 nm, zelená - 530 nm, modrá - 450 nm). Poměrem jednotlivých barevných složek se docílí požadovaného tónu barvy. Vzdálenost od počátku zase bude udávat jas. Černá barva se nachází v bodě $[0, 0, 0]$, tedy tam, kde jsou všechny složky nulové. Na opačné straně, při maximálním jasu všech složek, je barva bílá. Velmi časté je použití 24 bitové barevné hloubky, kdy pro každou jasovou složku dostaneme rozsah $\langle 0, 255 \rangle$. Tento model je velmi vhodný u monitorů, jelikož je snadné realizovat změnu jasu každého zdroje elementární barvy pro daný pixel (např. u OLED obrazovek se změnou napětí pro LED diodu změní intenzita svitu). [9] [8] [6]



Obrázek 2: Krychle zobrazující barevný prostor založený na RGB modelu

2.2.2 CMY/CMYK model

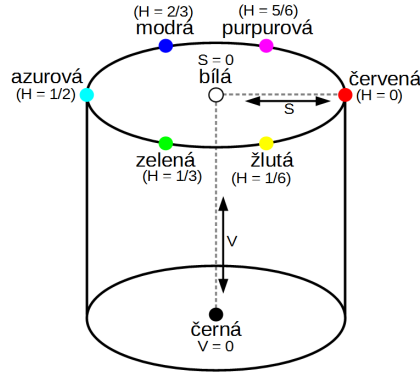
Oproti předcházejícímu využívá tento model subtraktivní mísení barev. Název je složen z počátečních písmen elementárních barev - **C**yan (azurová), **M**agenta (purpurová), **Y**ellow (žlutá), **K**ey (Černá). S rostoucí hodnotou jednotlivých složek dochází ke zúžení barevného spektra. Takovýto postup odpovídá nanášení pigmentů na bílý podklad, tudíž nepřekvapí, že hlavní využití tohoto modelu je u tiskáren. Ačkoliv teoreticky se černá barva vytvoří subtraktivním smísením 100 % všech příměsí, ve skutečném světě tomu tak není. Proto se k základnímu modelu CMY přiřazuje ještě černá barva, která se v tiskařském odvětví jeví i jako ekonomičtější cesta pro tisk tmavých částí. Obvykle se hodnoty jednotlivých složek udávají v procentech. [9] [6] [11]



Obrázek 3: Krychle zobrazující barevný prostor založený na CMYK modelu

2.2.3 HSV model

Tento model je založený na způsobu vnímání barvy člověkem. Jeho proměnnými barevného prostoru je **H**ue (tón barvy), **S**aturation (sytnost) a **V**alue (jas). Využívá se zejména v grafických aplikacích, kde pomocí něj člověk dokáže daleko lépe nalézt požadovanou barvu, protože nejvíce odpovídá fyziologickému vnímání barvy. [6]



Obrázek 4: Válec zobrazující barevný prostor založený na HSV modelu

2.2.4 YUV model

Posledním popisovaným modelem je YUV. Pro popis využívá rovněž 3 prvky, kde $Y \in \langle 0, 1 \rangle$ odpovídá jasové složce, $U, V \in \langle -0,5, 0,5 \rangle$ popisují barvu. Motivací k vytvoření tohoto modelu byla vzájemná kompatibilita černobílých a barevných obrazovek. Toto umožňuje oddělená jasová složka, která tvoří základ a, je-li toho zobrazovač schopen, použije i další 2 hodnoty udávající chromatičnost. Pro převod s RGB prostorem se používají tyto vztahy: [11]

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ -0,147 & -0,289 & 0,436 \\ 0,615 & -0,515 & -0,100 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1,137 \\ 1 & -0,397 & -0,580 \\ 1 & 2,034 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} \quad (4)$$

2.3 Digitální video

Jestliže jsme mohli dvou dimenzionální statický obraz v RGB modelu popsat vektorovou funkcí $f : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^3$, $f(x, y) = (R(x, y), G(x, y), B(x, y))$, tak přidáním nezávislé proměnné času dostaneme popis dynamického obrazu - videa. Výsledkem je tedy vektorové pole $f : \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$, $f(x, y, t) = (R(x, y, t), G(x, y, t), B(x, y, t))$. Samozřejmě je, že v digitální podobě jak definiční obor, tak obor hodnot nabývají pouze diskrétních hodnot. [11] [9]

Kromě výše zmíněného barevného modelu má digitální obraz další důležité vlastnosti:

- **Rozlišení** - Tento parametr udává počet pixelů, ve kterých je obraz popsán; většinou se udává jako (počet sloupců) x (počet řádků).

- **DPI** - Z anglického **Dots Per Inch**, čili údaj vypovídající o počtu pixelů na délku jednoho palce ($1 \text{ palec} \approx 2,54 \text{ cm}$). Tento parametr je důležitý zvláště u zobrazovacích či skenovacích zařízení. Se znalostí DPI a rozlišení již dokážeme určit velikost obrazu.
- **Poměr stran** - Údaj vypovídající o poměru šířky a výšky.
- **Snímkovací frekvence** - Určuje počet snímků, které se zobrazí během 1 sekundy. Již kolem 15 FPS se pro lidi stává obraz plynulý. V České republice se nejběžněji používá 25 snímků za sekundu. Mezi další používaná snímkování patří: 23,976; 24; 30; 50; 60. U větších obrazovek způsobuje menší snímkování trhání obrazu.

2.3.1 Standardy videa

Postupným vývojem v oblasti televize a televizního vysílání vznikaly různé standardy. Po přechodu na digitální šíření audiovizuálních dat se používají především tyto standardy:

- **DVD PAL**(720 x 576) - Nejběžněji používaný standard pro SD kvalitu v Evropě včetně České republiky, poměr stran je buďto 4:3, nebo 16:9, dle tvaru pixelu.
- **DVD NTSC**(720 x 480) - Tento standard je nejrozšířenější v USA. Stejně jako v případě výše je poměr stran dán tvarem pixelů a to buď 4:3 nebo 16:9.
- **HDTV 720p**(1280 x 720) - Nižší kvalita HD vysílání, výrobci svá zařízení kompatibilní s touto normou označují jako "HD ready". Poměr stran se čtvercovými pixely je 16:9.
- **HDTV 1080i**(1920 x 1080) - Standard plné HD kvality (Full HD). Stejně jako u předchozího, používají se čtvercové pixely a poměr stran 16:9.

V případě standardu HD vysílání číselná hodnota udává počet obrazových řádků. Písmeno na konci zase určuje, zda se jedná o i - prokládané snímkování (interlaced), nebo p - neprokládané snímkování (progressive). V prvním případě je ve výsledku horší kvalita obrazu, a to z toho důvodu, že při změně snímku se obnovuje pouze polovina pixelů, zbytek zůstává beze změny. Odměnou je snížení datového toku na polovinu. U neprokládaného snímkování k tomuto nedochází a obnovují se vždy všechny pixely. [7] [10]

2.3.2 Komprese videa

S neustále stoupající kvalitou audiovizuálních přenosů a s tím spojenými nárůsty datových toků je kladen stále větší důraz na kompresi dat. Tou se rozumí proces aplikovaný na data s cílem zmenšit jejich objem. Komprese lze obecně dělit na bezztrátové a ztrátové. U prvně jmenovaného případu je možná přesná rekonstrukce dat do původní podoby. V oblasti videa se ovšem používají spíše ztrátové komprese. Tyto algoritmy sice ztrácejí některé informace, ale výsledná úspora dat je značná. Často používaným formátem videa se ztrátovou kompresí je MPEG. [11]

3 Popis funkce a použití set-top boxů

S postupem modernizace a digitalizace veškeré techniky byl na počátku nového milénia v České republice odstartován zkušební provoz DVB-T. Nespornou výhodou digitálního vysílání oproti dosavadnímu analogovému bylo zlepšení kvality obrazu. S novou technologií již nedocházelo k zrnění, změny jasu, či k tvoření tzv. "duchů" (vlivem interference signálu na blízkém kmitočtu). Kromě téměř dokonalého obrazu, mezi nesporné výhody jistě bude patřit i možnost přenášet na jednom kanále v digitální podobě až 5 televizních stanic ve stejné kvalitě a bez změny šířky pásma. Toho je docíleno převáděním audiovizuálního signálu v reálném čase na datový tok, který je následně komprimován a pomocí některé z digitálních modulací vyslán. Po 5 letech zkušebního provozu je v roce 2005 zahájeno vysílání řádné. Postupem času dochází k celoplošnému rozšiřování digitálního a vypínání analogového vysílání, až na konci listopadu 2011 se Česká republika ponořila do analogové tmy. Obdobným způsobem prošlo revolucí televizní a rozhlasové vysílání i v dalších evropských státech a to nejen pozemního, ale i kabelového, či satelitního.

S touto změnou však nastal problém nepřipravenosti přijímačů na DVB. Aby nebylo potřeba měnit televizor, výrobci začali na trh uvádět první set-top boxy. Ty slouží jako doplněk, který převede, pro televizi neznámý formát vysílání, na video signál, který již samotný televizor dokáže zobrazit. Zařízení obsahující vlastní tuner, se připojí ke zdroji signálu a pomocí standardizovaných rozhraní přenáší nekomprimovaný obraz do TV. Tento přenos je pro SD rozlišení obvykle realizován pomocí SCART kabelu, pro HD kvalitu zase přes HDMI. [7] [10]

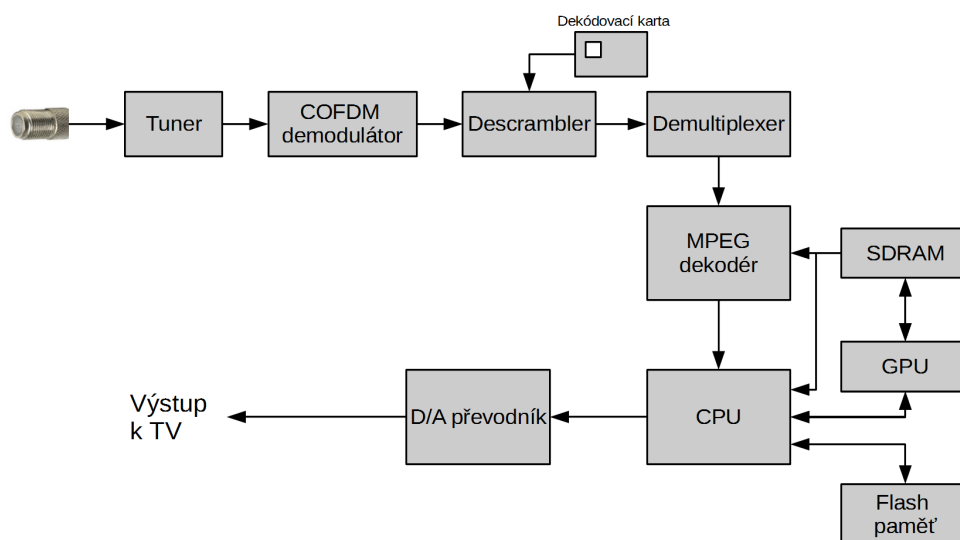
3.1 Princip činnosti set-top boxu

Digitální vysílání také přineslo možnost, rozčlenit vysílané stanice na nekódované (FTA – Free to air) a kódované stanice, pro jejichž příjem je zapotřebí, aby byl set-top box vybaven funkcionalitou CI (Common interface). Disponuje-li přijímač tímto rozhraním podmíněného přístupu, lze na základě dekódovací karty získané od poskytovatele přehrávat i zakódované stanice. Pomocí těchto nástrojů se distribuují placené kanály. Další službu umožňující DVB je možnost vedle audiovizuálního obsahu šířit také televizní program jednotlivých stanic. STB má pak zpravidla funkci EPG (Electronic program guide), která slouží k procházení programů po jednotlivých pořadech. Některé STB mohou být zase vybaveny pevným diskem, na který lze ukládat záznam pořadů. V takovém případě se taky dá hovořit o PVR (Personal video recorder). Na obrázku 5 je vidět blokové schéma set-top boxu. Základní části STB tedy jsou: [7]

- **Tuner** – jedná se o součást, která se nachází jako první na vstupu signálu. Zajišťuje výběr kanálu, potažmo multiplexu ve kterém se kanál nachází. Vysokofrekvenční přijímaný signál je zde konvertován na mezifrekvenci, která se dále využívá. Rozsah používaných kmitočtů pro DVB-C je: 51 – 858 MHz, při obvyklé šířce pásma 8 MHz.
- **COFDM demodulátor** – tato komponenta má na starost demodulaci signálu. Jedná se vlastně o opačný proces, kterým byl komprimovaný datový tok zaklíčován pro vysílání.

Obsaženy jsou zde obvody pro rychlou Fourierovu transformaci FFT, a QAM demodulátor. Na výstupu této komponenty je datový tok odpovídající vysílenému transportnímu toku v příslušném formátu MPEG 2, potažmo MPEG 4.

- **Descrambler** – scrambling je jiný výraz pro kódování na vysílací straně těch programů a služeb, které chce poskytovatel zpoplatnit a tím omezit jejich příjem. Jak již bylo zmíněno výše, pro rozkódování je zapotřebí mít kartu, která v součinnosti s descramblerem, podle příslušného algoritmu datový tok rozkóduje. Nejčastěji se využívají kryptografické systémy Cryptoworks, Conax, Irdeto. Existuje také varianta, kdy je využíván číselný kód zadávaný poskytovatelem vysílání.
- **Demultiplexer** – jelikož DVB vysílání umožňuje na jednom vysílacím kanále přenášet více audio, potažmo video stop, spolu s elektronickým programovým menu a dalšími informacemi, je nutné vybrat na základě identifikačních čísel ty jenž mají být dále zpracovávány.
- **MPEG dekodér** – jelikož pro zmenšení datového toku byla na straně poskytovatele vysílání provedena určitá komprese, je v této fázi nutné v součinnosti s grafickým ovladačem převést datový tok na sekvenci snímků. Obsaženy jsou zde jednotlivé dekodéry pro audio (například AC-3, MP2, MP3, AAC) a video (například H.262, H.264, HEVC).
- **CPU** – tato komponenta má na starosti řízení celého systému. Jejím prostřednictvím se nastavují veškeré výše zmíněné parametry a také zpracovává požadavky uživatele. Je běžné, že více součástí se nachází v jednom fyzickém pouzdře.



Obrázek 5: Základní blokový diagram set-top boxu

4 Návrh systému pro detekci chyb

Z důvodů utajení firemního tajemství společnosti Pegatron Czech s.r.o. je tato kapitola označena jako neveřejná, dále jsou i všechny přílohy neveřejné. Celý text této práce je uchován na Katedře kybernetiky a biomedicínského inženýrství.

5 Implementace navrženého systému

Z důvodů utajení firemního tajemství společnosti Pegatron Czech s.r.o. je tato kapitola označena jako neveřejná, dále jsou i všechny přílohy neveřejné. Celý text této práce je uchován na Katedře kybernetiky a biomedicínského inženýrství.

6 Vývoj uživatelského rozhraní

Z důvodů utajení firemního tajemství společnosti Pegatron Czech s.r.o. je tato kapitola označena jako neveřejná, dále jsou i všechny přílohy neveřejné. Celý text této práce je uchován na Katedře kybernetiky a biomedicínského inženýrství.

7 Verifikace a analýza výsledků

Z důvodů utajení firemního tajemství společnosti Pegatron Czech s.r.o. je tato kapitola označena jako neveřejná, dále jsou i všechny přílohy neveřejné. Celý text této práce je uchován na Katedře kybernetiky a biomedicínského inženýrství.

8 Závěr

V úvodní části práce jsem rozebral problematiku obrazu a jeho podoby ve světě digitální techniky, spolu s barevnými modely k tomu využívanými. Dále následovalo seznámení s účelem používání a principem činnosti set-top boxů. Hlavním cílem této práce bylo navrhnout a vytvořit systém, který by byl schopen analyzovat video zpracovávané set-top boxem. V návrhové části se zabírám, jednak hardwarovou stránkou systém, tak i programovou strukturou spolu s jednotlivými metodami, které jsou na získaná data postupně aplikována. Samotnou aplikaci pro PC jsem vytvořil částečně v jazyce C# pod architekturou .NET a zčásti použitím jazyka ANSI C. Vytvoření front-endu ve vysokém jazyce, který spouští nativní kód napsaný na nižší úrovni, se projevilo jako velmi efektivní řešení při práci s obrazem a to z toho důvodu, že při plném HD rozlišení a 24 bitové barevné hloubce je množství dat tvořící každý snímek velké. Konkrétní výsledky vytvořené aplikace jsou z důvodu utajení k nalezení v kapitole verifikace v neveřejné části. Pro zlepšení úspěšnosti a rentabilitu systému se počítá s praktickým testováním na konkrétních zařízeních. To by mělo pomoci odstranit nedostatky a neošetřené stavy, které se mohou v programu objevit

Miroslav Mikuš

Literatura

- [1] HALLIDAY, David, Robert RESNICK, Jearl WALKER a Petr DUB (ed.), *Fyzika. 2*, přeprac. vyd. Brno: VUTIUM, 2013, 2 sv. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-4123-1.
- [2] BOVIK, Alan C. *Handbook of Image and Video Processing*. 1.vyd. Saan Diego: Academic Press, c2000. 891 s. ISBN 0-12-119790-5.
- [3] VIRIUS, Miroslav. *C# pro zelenáče*. Praha: Neokortex, 2002. 255 s. ISBN 80-86330-11-7.
- [4] ŠALOUN, Petr. *C pro zelenáče*. Praha: Neokortex, x1999. 208 s. ISBN 80-86330-01-x.
- [5] AForge.NET :: Framework *AForge.NET* [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://www.aforgenet.com/framework/>
- [6] GONZALES, Rafael C. a Richard E. WOODS *Digital Image Processing* 3. vydání. Upper Saddle River, New Jersey : Pearson Education Inc., 2008. ISBN 0-13-505267-X.
- [7] LEGÍŇ, Martin. *Televizní technika DVB-T*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2006. ISBN 80-7300-204-3.
- [8] RGB kódování barev. *WikiSkripta* [online]. 2008- [cit. 2016-04-25]. ISSN 18046517. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php?title=RGB_kódování_barev&oldid=284425
- [9] Digitální obraz. *WikiSkripta* [online]. 2008- [cit. 2016-04-25]. ISSN 18046517. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Digitální_obraz&oldid=338895
- [10] *Digizone.cz*[online]. [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: <http://www.digizone.cz/>
- [11] HÁJOVSKÝ, Radovan, Radka PUSTKOVÁ a František KUTÁLEK. *Zpracování obrazu v měřicí a řídicí technice*. yd. 1. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2012. ISBN 978-80-248-2596-0.
- [12] DTA-115. *DekTec* [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://www.dektec.com/products/PCI/DTA-115/>